

# 무인전동차량의 TCMS를 이용한 OCC 원격제어 및 차량상태 모니터링 시스템 상세기능 고찰

## Remote control function for driverless train and OCC (Operation Control Center) for Remote command and monitoring status of train using TCMS system.

한신\*, 서상준\*<sup>†</sup>, 박환수\*

S.Han\*, S.J Seo<sup>†</sup>, H.S Park\*

무인운전 차량의 여러가지 장점으로 인하여 무인운전 차량이 증가하고 있다, 하지만 완벽하게 설계된 무인운전 차량이라고 하더라도 고장 발생 시 차량 상태를 원격지에서 (OCC) 모니터링을 할 수 있어야 하며, 운행중인 차량에 운전자/정비사가 없으므로 인해 원격지에서 원격지령을 통해 조치해야 하는 상황이 발생한다. 이에 차량에 설치되어있는 TCMS 시스템을 이용하여 차/지상간 무선 네트워크 망을 통해 원격제어 및 상태 모니터링 방안에 대해서 고찰한다

**주요어** : UTO, Remote Control, Train Status, TCMS, GOA4, Driverless Train, Safety Operation

### 1. 서론

철도차량 시스템은 점점 자동화 되어가고 있고 더욱더 고도화 되어가고 있다. 그동안 사람이 직접 운영/관리 했던 많은 일들 시스템에서 자동화 처리하게 되었다. 그 중 한 가지 중요하게 도입되고 있는 것은 자동/무인운전 시스템 차량의 도입이다. 이러한 완전자동/무인운전 전동 무인전동차량의 TCMS를 이용한 OCC 원격제어 및 차량상태 모니터링 시스템 상세 기능을 고찰 한다.

\* 무인 전동차의 원격제어는 및 차량주요고장정보(Key alarm)는 CBTC 망을 이용하고, 차량상태 및 정비관련 상세정보는 CCTV 망을 이용한다.

(\* 참고문헌: 무인전동차 시스템 구성에 대해서는 2019년논문(참고문헌 4)을 참조한다)

### 1. 원격제어

자동운영에 따른 (GoA) 제어관련 국제 규격 (IEC 62290 Part-1)이 릴리즈 된 이후 해가 거듭할수록 기능의 정의 및 인터페이스 언급한 part-2/-3 가 지속적으로 릴리즈 되어가고 있고, 최종적으로 구현 방안인 part-4의 공식 발행을 앞두고 있다.

하지만 part-1의 Table 1의 제어컨셉의 구간(Basement)은 절대 변하지 않고 part2/3/4의 릴리즈를 통해 더욱 확고히 하고 있다.

Table 1 – Grades of automation

Basic functions of train operation	On-sight train operation					Unattended train operation
	GOA4	GOA3	GOA2	GOA1	GOA0	
Ensure safe movement of train	Ensure safe route	x	system	system	system	system
	Ensure safe separation of trains	x	system	system	system	system
	Ensure safe speed	x	(partly supervised by system)	system	system	system
Drive train	Control acceleration and braking	x	x	system	system	system
	Prevent collision with obstacles	x	x	x	system	system
Supervise (platform)	Prevent collision with persons on tracks	x	x	x	system	system
	Control passengers' doors	x	x	x	x	system
Supervise passenger transfer	Prevent injuries to persons between cars or between platform and train	x	x	x	x	system
	Ensure safe starting conditions	x	x	x	x	system
Operate a train	Set in/ret off operation	x	x	x	x	system
	Supervise the status of the train	x	x	x	x	system
Ensure detection and management of emergency situations	Perform train diagnostic, detect fire/smoke and detect derailment, detect loss of train integrity, handle emergency situations (call-evacuation, supervision)	x	x	x	x	system and/or staff in OCC

NOTE: x = responsibility of operations staff (may be realised by UGTMS system) System = shall be realised by UGTMS system

테이블 1. IEC62290-1 Ed 2.0

\*현대로템

### 2. 본론

상기 테이블을 보면 가장 기본적인 완전 수

동운전(GoA0)에서 최상위 완전무인(GoA4)로 올라감에 따라 운전자가 해야 할 업무와 책임은 감소하고, 시스템이 자동 또는 원격으로 해야 할 부분은 증가하게 설계 되어 있다. 하지만 승객의 안전과 직결된 기능 또는 비상사태 발생에 대한 조치는 일부 시스템의 제어영역이긴 하나 근본적으로는 차/지상 신호시스템 및 OCC (Operational Control Center) 관리자(Staff) 권한에 의한 원격 관찰 및 원격제어를 책임(Responsibility)으로 묶어두고 있다.

따라서 차량의 운행과 직결된 기능 즉 차량이 가고/서고(EB 포함) 출입문 열고(Enable)/닫고, 등의 무인운전 기능은 신호시스템의 안전(safety)이 확보된 (SIL4)기능으로 강제(Mandatory function)하고, 그 외 기능은 상기 안전기능에 저해되지 않는 범위에서의 기술사양(Technical Specification) 등에 요구되는 기능은 TCMS 장치 등의 자동/원격기능으로 구현(Optional function)할 수 있도록 되어있다. 구매자의 요구에 따라 관련 TCMS 기능 일부가 SIL2의 안전기능을 동반할 경우, 공급자는 안전 국제규격 IEC (EN50126/50129/50128)에 준수함을 증명하고, 상기 차량시스템의 안전에 저해되지 않음을 차량 시스템 레벨에서 최종 확인되어야 해당 기능을 무인 운전차량에 적용할 수 있다.

이와 같은 안전 제어설계 접근방식은 신호시스템과 차량시스템 (TCMS/VCC) 연계제어항목만 별도로 고려해서 안전 설계할 수 있는 장점을 갖게된다.

(예: 화재검지(TCMS/FDU SIL2)에 따른 다음역사 출입문 개방 및 EB 체결기능(신호장치 SIL4), 열차 추돌/낙하 방지 시스템(ODD :Obstacle Detection Device, VCC/ODD SIL2) 검지에 따른 백업EB 기능(신호장치 SIL4), 승객비상 (SIL0)에 따른 다음역사 출발금지(TCMS SIL2) 출입문개방 및 역사대기(신호장치 SIL2), 무인 Wakeup/Sleep/자동검사 기능(SIL0) 등)

## 2. 원격 모니터링

위에서 언급한 것과 같이 차량 시스템 연계 제어 기능 중, GoA 운영과 직접 관련된 기능은 기본적으로 차/지상 신호시스템으로 제어 및 감시된다. 하지만 일반적으로 신호시스템은 차량시스템의 모든 고장 및 이상 상황에 대한 대응을 세세히 할 수 있도록 설계되어 있지 않는다. 따라서 차량의 중요한 이벤트들(예 화재/PAD 동작/ODD감시/추진차단/가선 이상 등)을 OCC에 근무하고 있는 TC(Traffic Controller)관리자(Staff)에게 인지(모니터링)하게하고 매뉴얼로 원격 대응하게 해야하는 상황도 반드시 설계 고려해야 된다.

이에 TCMS 장치는 차량시스템의 운영 관련 된 중요 고장을 차량 주요 고장(Key alarm)이라는 고장정보를 신호시스템에 전달하고 신호시스템은 해당 정보를 TC 관리자에게 전달하여 무인 운행중의 차량의 원활한 제어 및 조치할 수 있도록 지원해야 한다. 이는 기존 차량의 Train Radio를 통한 주요 고장 정보의 OCC 전송기능과 유사하나, 무인운전을 위해서는 차량에서 운전자가 운행중 보고 있는 TCMS 화면을 OCC에서 유사하게 볼 수 있어야 운전자가 없는 차량의 상세 조치 및 판단이 가능하게 된다. 무인운전 차량은 TCMS 지상콘솔 - RSC (Rolling Stock Controller) 장치를 구현하여, 고장/이벤트 발생한 차량 상황을 보다 상세히 모니터링하고 OCC 관리자가 직접 원격으로 조치하여 무인 차량이 원활하게 지속 운영될 수 있어야 한다.

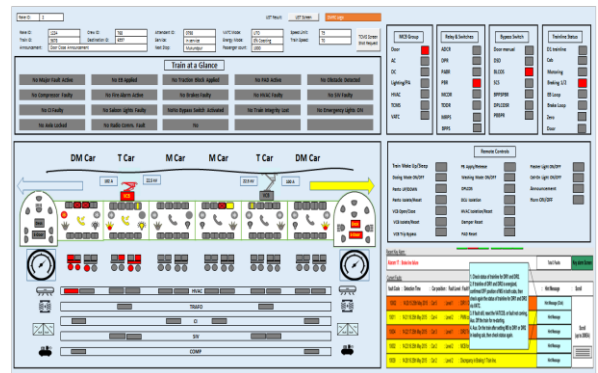


그림 1. OCC RSC화면 예제

TCMS 지상콘솔-RSC 장치는 TCMS 여러화면으로 분할되어 있는 운전자 화면과 달리, 1편

성 단위로 집약된 한 화면으로 구성되어 있다. 이는 여러 편성을 관리해야 하는 RSC 관리자의 입장은 여러 편성의 차량 상태를 동시에 감시 및 관리를 해야 하므로 한 화면에 최대한 심플하고 직관적으로 이해하기 쉬운 정보(상태 아이콘+고장메시지)를 담도록 설계되어야 한다. 는 전체 차량의 운영을 관리하는 TC 관리자에게 최대한 빠른 시간 내에 문제차량의 긴급 운행조치(Withdraw/회송)를 수 판단 할 수있도록 조력해야 한다. 추가로 반드시 OCC 영상 확인이 필요한 차량고장/이벤트들은 폐쇄회로 CCTV 장치와의 연계를 통해 검지된 이벤트를 점검할 수 있도록 인터페이스 해야한다 (CCTV 자동 Popup 및 Focus 연계기능, 예) 출입문 장애물 감지 시 정보 IF기능).

운영 중 고장 난 차량의 원격 정보전송기능(Remote Transmission Device) 및 차량기지 입고 후 수리는 차량정비 (Maintenance)영역으로 무인 차량의 제어 및 감시와는 전혀 다른 영역이다. 하지만 밤새 주박 했었던 차량이 아침에 무인으로 기동(Remote Wakeup)한 후 차량의 본선 투입 이전 자동검사를 진행해서 자가점검 및 결과 (Self-Testing & Sending Result)를 OCC/DCC에 있는 TCMS 지상콘솔-RSC 에 전송 및 현시하는 기능을 통해, 운영자가, 문제 있는 차량이 영업 라인에 투입되는 것을 사전에 자동으로 막거나, 수동으로 판단할 수 있도록 지원하는 기능도 무인운전 차량에서 요구되는 감시기능이다.

### 3. 결론

무인 차량 구매자(Customer)는 무인운전차량이 모든 상황에 대해서 차량이 스스로 자동으로 응대하고 조치되어, 모든 운영자의 관리 Loss M/H가 드라마틱하게 줄어들게 될 것이라는 오해를 갖고 있다. 이 때문에 발주자는 차량의 설계 초반에 모든 TCMS 기능을 무인운전 기능으로 정의하고, 해당 기능을 안전기능으로 할당/분류해서 SIL2 인증서를 제출 받기를 독촉하게 된다. 하지만 아무리 시스템의 자동화 및 고도화 된다고 하더라도 “사람의 해야 할 영역의 업무는 반드시 사

람의 판단의 영역”으로 두는 국제규격(IEC 62290 part-1/ IEEE1474.1)의 근본적인 제어 및 모니터링 컨셉은 변경 되지도 않았고, 추가 버전이 릴리즈 되어서도 점점 더 확고해지고 있다.

따라서 구매자와 개발자가 상호 무인운전 차량의 근본적인 이해를 바탕으로 TCMS 제어 및 감시기능을 선정 및 구현 한다면, 보다 안정적이고 합리적인 무인 차량 운영시스템을 보유할 수 있을 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. IEC62290-1 2014 Railway applications - Urban guided transport management and command/control systems - Part 1: System principles and fundamental concepts
2. IEEE1474.1 2004 Standard for Communications -Based Train Control (CBTC) Performance and Functional Requirements
3. EN 50129 Railway applications – Communication, signalling and processing systems – Safety related electronic systems for signalling
4. 한신(2019), “무인전동차량의 TCMS를 이용한 OCC 원격제어 및 차량상태 모니터링 시스템 상세기능 고찰”, 한국철도학회 논문.